


HOT DIP GALVANIZED HIGH STRENGTH STEEL SHEET HAVING EXCELLENT PLATING ADHESION AND HOLE EXPANSIBILITY, AND ITS PRODUCTION METHOD


Publication number: JP2005200690 (A)

Also published as:

Publication date: 2005-07-28

 CN1910301 (A)

Inventor(s): TANIGUCHI YUICHI; MATSUMURA KENICHIRO; HATTORI TOSHIKI; KATO SATOSHI +

 CN100552073 (C)

Applicant(s): NIPPON STEEL CORP +

Classification:

- **international:** **C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/58; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/58; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28;** (IPC1-7): C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/58; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28

- **European:**

Application number: JP20040006999 20040114

Priority number(s): JP20040006999 20040114

Abstract of **JP 2005200690 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hot dip galvanized high strength steel sheet having excellent plating adhesion and hole expansibility, and to provide its production method. ; SOLUTION: The hot dip galvanized high strength steel sheet having excellent plating adhesion and hole expansibility has a composition comprising, by mass, 0.08 to 0.3% C, <0.2% Si, 0.8 to 2.8% Mn, <=0.03% P, <=0.03% S, 0.25 to 1.8% Al, 0.05 to 0.3% Mo and <=0.010% N, and the balance Fe with inevitable impurities, and has a metallic structure of ferrite, bainite, 0.5 to 10% tempered martensite in 0.5 to 10% by area ratio and retained austenite in >=5% by volume ratio. Regarding its production method, after annealing at 680 to 930[deg.]C in a continuous annealing stage, at the time when it is cooled to a martensitic transformation point or below and is next subjected to hot dip galvanizing, after heating at 250 to 600[deg.]C, the hot dip galvanizing treatment is performed. ; COPYRIGHT: (C) 2005,JPO&NCIPI

.....
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580002384. X

[51] Int. Cl.

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 38/12 (2006.01)

C22C 38/58 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

C23C 2/02 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100552073C

[51] Int. Cl. (续)

C23C 2/26 (2006.01)

[22] 申请日 2005. 1. 13

[21] 申请号 200580002384. X

[30] 优先权

[32] 2004. 1. 14 [33] JP [31] 006999/2004

[32] 2004. 1. 14 [33] JP [31] 007096/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/000624 2005. 1. 13

[87] 国际公布 WO2005/068676 日 2005. 7. 28

[85] 进入国家阶段日期 2006. 7. 13

[73] 专利权人 新日本制铁株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 谷口裕一 松村贤一郎 服部俊树
加藤敏

[56] 参考文献

JP2003 - 105491A 2003. 4. 9

CN1412333A 2003. 4. 23

JP2000 - 345288A 2000. 12. 12

JP2003 - 239040A 2003. 8. 27

JP2003 - 13177A 2003. 1. 15

CN1343262A 2002. 4. 3

审查员 王 涛

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 段承恩 陈海红

权利要求书 2 页 说明书 23 页

[54] 发明名称

镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板及其制造方法

[57] 摘要

本发明为镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板及其制造方法。本发明的钢板，用质量%表示，含有 C: 0.08 - 0.35%、Si: 1.0% 或其以下、Mn: 0.8 - 3.5%、P: 0.03% 或其以下、S: 0.03% 或其以下、Al: 0.25 - 1.8%、Mo: 0.05 - 0.35%、N: 0.010% 或其以下，其余部分由 Fe 和不可避免的杂质组成，金属组织具有铁素体、贝氏体、面积率为 0.5% - 10% 的回火马氏体及体积率为 5% 或其以上的残余奥氏体。本发明的制造方法，是在连续退火工序中在 680 - 930℃ 的温度下退火之后，冷却到马氏体相变点或其以下，接着在实施热浸镀锌时，加热至 250 - 600℃ 后实施热浸镀锌处理的方法。

1.一种镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板,其特征在于,是含有 C:0.08-0.35%、Si:1.0%以下、Mn:0.8-3.5%、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Al:0.25-1.8%、Mo:0.05-0.35%、N:0.010%以下,其余部分由 Fe 和不可避免的杂质组成的热浸镀锌钢板,上述钢板的金属组织具有铁素体、贝氏体、以面积率计为 0.5%-10%的回火马氏体及以体积率计为 5%以上的残余奥氏体。

2.一种镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,将具有权利要求 1 所述的钢成分的板坯热轧后,在 400-750℃的温度下卷取后冷却,其后在连续退火工序中,在 680-930℃的温度下退火之后,冷却到马氏体相变点以下,接着在实施热浸镀锌时,加热至 250-600℃后,实施热浸镀锌处理。

3.根据权利要求 2 所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,在冷却到上述连续退火工序的马氏体相变点以下之后,进行酸洗或者不进行酸洗,然后实施每一面钢板为 0.01-2.0g/m²的选自 Ni、Fe、Co、Sn、Cu 中的 1 种以上的预镀。

4.根据权利要求 2 所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,在上述热浸镀锌工序之后,将镀锌层合金化。

5.根据权利要求 2 或 4 所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,在上述镀锌层或合金化镀锌层上进一步实施铬酸盐处理、无机皮膜处理、化学转化处理、树脂皮膜处理的任意 1 种以上的后处理。

6.根据权利要求 1 所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板,其特征在于,进一步含有以质量%计, Ti:0.01-0.3%、Nb:0.01-0.3%、V:0.01-0.3%、Cu:1%以下、Ni:1%以下、Cr:1%以下、B:0.0001-0.0030% 中的 1 种以上。

7.根据权利要求2所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,权利要求1所述的热浸镀锌高强度钢板进一步还含有以质量%计, Ti:0.01-0.3%、Nb:0.01-0.3%、V:0.01-0.3%、Cu:1%以下、Ni:1%以下、Cr:1%以下、B:0.0001-0.0030%之中的1种以上。

镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板及其制造方法

技术领域

本发明涉及镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板及其制造方法。

背景技术

近年来，对汽车的燃油效率的提高，车体的轻量化的要求日益高涨，为了实现轻量化，拉伸强度、屈服强度均优异的高强度钢板的需求不断提高。可是，这种高强度钢板随着强度的上升其成形变得困难，特别是钢材的延伸率降低。对此，最近强度和延伸率双方均高的 TRIP 钢（高残余奥氏体钢）逐渐被用于汽车的骨架构件。

可是，以往的 TRIP 钢由于含有超过 1% 的 Si，所以存在镀层难以均匀地附着，热浸镀锌性差的问题。为此，在专利第 2962038 号公报、特开 2003-105486 号公报中提出了降低 Si、并代之以添加铝 Al 的热浸镀锌高强度钢板的方案。可是，前者由于 Si 含量达 0.53% 或其以上，Si 量比较高，因此依然在镀层粘附性上有待进一步改善，另外，后者虽然使 Si 含量降低至小于 0.2% 从而改善了镀层粘附性，但是由于比较高的冷却速度造成残余奥氏体的组入，所以存在不能稳定地控制冷却速度，为此材质变得不稳定的问题。

另外，根据构件不同，进行对加工孔部进行扩张从而形成法兰的翻边加工的构件也不少，正需求扩孔性也作为重要的特性而同时具有的钢板。针对这种要求的以往的 TRIP 钢，在诱发性塑性相变后残余奥氏体变成马氏体，由于与铁素体的硬度差大，因此存在扩孔性差的问题。此外，由于汽车制造厂、家电生产厂要求钢板防锈，因此实施了热浸镀锌的钢板正在普

及。这样，除了来自各种制造厂的从以往的冷轧钢板向表面处理钢板的品种转换之外，可通过缩短制造工序来应对表面处理钢板、特别是热浸镀锌钢板的紧急、且短交货期的大量订货的生产势在必行。可是，在用于制造上述的热浸镀锌钢板的高温退火材、高强度钢板的情况下，因为高温退火的缘故，产率低，因此在有热浸镀锌高强度钢板的紧急、且大量订货/生产的情况下，存在生产集中在独自具有退火炉的热浸镀锌生产线上，不能应对的问题。

另一方面，进行冷轧钢板、电镀锌钢板的原始板退火的通常的连续退火线，尽管一般具有高速性·高产率，但是，由于上述的同样的生产的变化，有时生产负荷减少，根据情况不同还发生没有待通过的板材料、暂时使制造线停止的问题，存在生产能力剩余的深刻问题。

发明内容

本发明的目的在于，解决上述的以往问题，以工业规模实现镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板及其制造方法。

本发明人对镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板及其制造方法进行深入研究的结果发现，通过将钢成分最佳化，即降低 Si 量并将 Al 作为代替元素，可使热浸镀锌层的粘附性提高，进一步添加 Mo，可使钢板具有强度和延伸率均优异的材质特性，并且通过在热浸镀锌工序前冷却到马氏体相变点或其以下之后，加热到镀覆处理所必需的温度，能够工业性制造稳定材质的含有残余奥氏体及回火马氏体的钢，而且还能够提高扩孔性。即，将根据上述研究结果而设计的成分系的钢板采用连续退火工序在铁素体/奥氏体双相区中进行再结晶退火之后，根据需要实施适当的时效，并冷却至马氏体相变点或其以下，接着，为进行热浸镀锌处理而加热到镀覆处理所必需的温度，由此可得到以铁素体为主相，生成以面积率计 0.5%-10%的回火马氏体，而且含有以体积率计 7%或其以上的作为低温生成相的残余奥氏体，同时具有贝氏体的复合金属组织，而且发现扩孔性也得到改善。而且，如果采用连续退火线实施再结晶退火，并采用连续热

浸镀锌线实施热浸镀锌处理的话,就能够应对紧急、且大量的订货/生产。本发明是为解决上述课题而完成的,其要旨如下。

(1) 一种镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板,其特征在于,是含有 C:0.08-0.35%、Si:1.0%或其以下、Mn:0.8-3.5%、P:0.03%或其以下、S:0.03%或其以下、Al:0.25-1.8%、Mo:0.05-0.35%、N:0.010%或其以下,其余部分由 Fe 和不可避免的杂质组成的热浸镀锌钢板,上述钢板的金属组织含有铁素体、贝氏体、以面积率计为 0.5%-10%的回火马氏体和以体积率计为 5%或其以上的残余奥氏体。

(2) 一种镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,将具有(1)所述的钢成分的板坯热轧后,在 400-750℃的温度下卷取后冷却,然后在连续退火工序中,在 680-930℃的温度下退火之后,冷却到马氏体相变点或其以下,接着在实施热浸镀锌时,加热至 250-600℃后,实施热浸镀锌处理。

(3) 根据(2)所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,在冷却到上述连续退火工序的马氏体相变点或其以下之后,进行酸洗或者不进行酸洗,然后实施每一面钢板为 0.01-2.0g/m²的选自 Ni、Fe、Co、Sn、Cu 中的 1 种或 1 种以上的预镀。

(4) 根据(2)所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,在上述热浸镀锌工序之后,将镀锌层合金化。

(5) 根据(2)或(4)所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板的制造方法,其特征在于,在上述镀锌层或合金化镀锌层上进一步实施铬酸盐处理、无机皮膜处理、化学转化处理、树脂皮膜处理的任 1 种或 1 种以上的后处理。

(6) 根据(1)所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板,其特征在于,进一步含有,以质量%计, Ti:0.01-0.3%、Nb:0.01-0.3%、V:0.01-0.3%、Cu:1%或其以下、Ni:1%或其以下、Cr:1%或其以下、B:0.0001-0.0030%中的 1 种或 1 种以上。

(7) 根据(2)所述的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢

板的制造方法，其特征在于，(1)所述的热浸镀锌高强度钢板，进一步还含有，以质量%计，Ti:0.01-0.3%、Nb:0.01-0.3%、V:0.01-0.3%、Cu:1%或其以下、Ni:1%或其以下、Cr:1%或其以下、B:0.0001-0.0030%中的 1 种或 1 种以上。

实施发明的最佳方案

首先，说明对本发明中规定的热浸镀锌高强度钢板的成分及金属组织进行限定的理由。

C 是从确保强度的观点出发、并且作为稳定奥氏体的基本元素而必需的元素，但需要根据用途不同按与 Si 量的关系来调整添加的量。在拉伸强度的要求比较低，为 400-800MPa 左右，并重视延性、热浸镀锌性的情况下，与低 Si 量（例如为 0.2%或其以下）相配合，规定为 0.08%-0.3%，优选为 0.1-0.22%。另一方面，在拉伸强度的要求高达 600MPa 或其以上、进而高达 900MPa，同时要兼具加工性，还具有对加工没有障碍的热浸镀锌性的情况下，与高 Si 量（例如为 0.2-1.0%或其以下）相配合，C 规定为 0.12-0.35%，优选为 0.15-0.25%。

Si 是确保强度并对延性、奥氏体稳定化、残余奥氏体生成有效的元素，但当添加量多时，热浸镀锌性劣化，因此添加量小于 1.0%，但必须根据用途来调整添加量。在拉伸强度的要求比较低，为 400-800MPa 左右，并重视延性、热浸镀锌性的情况下，优选 Si 小于 0.2%，在进一步重视热浸镀锌性的情况下，更优选 Si 小于 0.1%。在拉伸强度的要求高达 600MPa 或其以上、进而高达 900MPa，同时要兼具加工性，还具有在加工上没有问题的热浸镀锌性的情况下，优选 Si 为 0.2%或其以上但小于 1.0%，为了切实保证热浸镀锌性，更优选 Si 为 0.2%或其以上但小于 0.5%。

Mn 是除了从确保强度的观点出发需要添加以外、还是使碳化物的生成延迟的元素，生成残余奥氏体所必需的元素。当 Mn 小于 0.8%时，强度得不到满足，另外残余奥氏体的生成变得不充分，延性劣化。另外，当 Mn 超过 3.5%时，代替残余奥氏体马氏体增加，招致强度上升，由此除了

制品的不均衡性变大以外，延性也不足，不能作为工业材料使用。为此，Mn 的范围规定为 0.8%-3.5%。

P 作为提高钢板强度的元素相应于必要的强度水平而添加，但当添加量多时，因为在晶界偏析，因此使局部延性劣化，同时也使焊接性劣化，因此 P 的上限值规定为 0.03%。另外，S 是生成 MnS 而使局部延性、焊接性劣化的元素，是在钢中不存在为好的元素，因此将其上限规定为 0.03%。

Mo 在小于 0.05% 时形成珠光体，残余奥氏体率降低。添加过多的 Mo 往往使延性降低、使化学转化处理性劣化，因此将 0.35% 作为其上限。优选 Mo 的添加量为 0.15% 或其以下，由此能够得到高的强度-延性均衡性。

Al 与 Si 同样是为使奥氏体残留而必需的元素，其代替 Si 为提高镀层粘附性而添加，通过促进铁素体生成，并抑制碳化物生成，从而有使奥氏体稳定化的作用，与此同时，也作为脱氧元素而发挥作用。为使奥氏体稳定化，需要添加 0.25% 或其以上的 Al，另一方面，即使过多地添加 Al，上述效果也饱和，并且反而使钢脆化，与此同时，使热浸镀锌性降低，因此其上限规定为 1.8%。

N 是不可避免地含有的元素，但在大量含有的情况下，不仅使时效性劣化，AlN 析出量变多，还减少 Al 的添加效果，因此优选含有 0.01% 或其以下。另外，因为不必要地降低 N 会使炼钢工序的成本增大，因此通常优选控制在 0.0020% 左右或其以上。

此外，在本发明中，在上述成分之外，还可进一步添加 Ti:0.01-0.3%、Nb:0.01-0.3%、V:0.01-0.3%、Cu:1% 或其以下、Ni:1% 或其以下、Cr:1% 或其以下、B:0.0001-0.0030% 中的 1 种或 1 种以上。Ti、Nb、V 可出于析出强化和提高强度的目的而添加，但在超过 0.3% 时加工性劣化。另外，Cr、Ni、Cu 也能够作为强化元素而添加，但在超过 1% 时，延性和化学转化处理性劣化。此外，B 可作为改善局部延性和扩孔性的元素而添加，但在低于 0.0001% 时，其效果不能发挥，在为超过 0.0030% 时，延伸率和镀层粘附性劣化。

在本发明中，接着与制造方法关联地进行说明的金属组织为非常重要的

要件。

即，在本发明的热浸镀锌高强度钢板的金属组织中最大的特征是，在钢中具有以面积率计 0.5%-10%的回火马氏体。这种回火马氏体是，在与 680-930℃下的连续退火接续的冷却工序中生成的马氏体，通过为了进行连续热浸镀锌处理而将其加热至 250-600℃、优选加热至 460-530℃，被回火形成的。当回火马氏体的量小于 0.5%时，扩孔率得不到提高，当超过 10%时，组织间的硬度差过大，加工性降低。另外，通过确保以体积率计 5%或其以上、优选 7%或其以上的残余奥氏体，拉伸强度×延性飞跃性地提高。此外，在拉伸强度的要求高达 600MPa 或其以上、进而高达 900MPa，同时要兼具加工性的情况下，优选残余奥氏体为 7%或其以上。通过使该回火马氏体、铁素体、贝氏体、以体积率计 5%或其以上的残余奥氏体成为主相，并在钢板中均衡性良好地存在，加工性和扩孔性均得到改善。

其次说明本发明的热浸镀锌高强度钢板的制造方法。具有上述的钢成分的板坯，在通常的条件下热轧后，在 400-750℃的温度下被卷取。使其卷取温度在上述温度范围的理由是：为了使热轧后的组织为感觉小的珠光体、或珠光体和贝氏体的混合组织，并在退火工序中易溶解渗碳体，而且抑制氧化皮发生，使去氧化皮性良好，使硬质相增加，不使冷轧困难，因此优选在 400-750℃的温度范围内的低温卷取。

这样卷取的热轧钢板在通常的条件下被冷轧，制成冷轧钢板。接着，该冷轧钢板在奥氏体和铁素体的双相共存温度区、即 680-930℃的温度范围下再结晶退火。上述退火温度当超过 930℃时，钢板中的组织变成奥氏体单相，奥氏体中的 C 变得稀薄，因此在其后的冷却中不能使稳定的奥氏体残存，因此将上限的温度规定为 930℃。另一方面，当退火温度低于 680℃时，由于固溶 C 不足，使得奥氏体的 C 富集不充分，残余奥氏体的比率降低，因此将下限的温度规定为 680℃。实施了上述退火的钢板，被冷却到马氏体相变点或其以下，但其冷却方法可以是喷水冷却、汽水冷却、水浸渍冷却、喷气冷却的任一种，不作特定。在从退火到马氏体相变点或其以下的冷却期间，优选在 300-500℃的温度下进行过时效处理。该过时效处理，为

了使奥氏体高效率地转变成贝氏体从而确保贝氏体相,同时还使由退火生成的马氏体转变成回火马氏体,而且使残余奥氏体中富集C从而使之稳定,优选在300-500℃的温度范围保持60秒-20分。

此外,在本发明中,在过时效后冷却到马氏体相变点或其以下,确保马氏体。另外,马氏体相变点 M_s 由 $M_s(^\circ\text{C})=561-471\times C(\%)-33\times Mn(\%)-17\times Ni(\%)-17\times Cr(\%)-21\times Mo(\%)$ 求出。

扩孔性得到改善的原因不明确,但认为是因为,进行退火并冷却到马氏体相变点或其以下之后,为了进行热浸镀锌处理而进行低温加热,由此软质组织和硬质组织的硬度的平衡性得到改善,局部延伸率得到改善,由此扩孔性得到改善的缘故。

此外,在本发明中,将冷却到马氏体相变点或其以下的钢板在预镀前根据需要进行酸洗。通过在预镀前进行该酸洗,可使钢板表面活化,提高预镀的镀层粘附性。而且,能够去除在连续退火工序中在钢板表面生成的Si、Mn等的氧化物,提高以后实施的热浸镀锌层的粘附性。该酸洗处理,优选在含有2-20%的盐酸的酸洗液中酸洗处理1-20秒钟。此外,在该酸洗处理后也可以实施闪蒸镀Ni。另外,连续退火工序的再结晶后的冷却为采用喷水冷却、汽水冷却、水浸渍冷却的任一种方法进行的冷却的场合,在连续退火工序出料侧需要去除在连续退火中或冷却中发生的钢板表面的氧化膜的酸洗工序,因此酸洗设备设置于连续退火设备出料侧,因此在去除钢板表面的氧化膜的同时,还能够高效率地去除在钢板表面生成的Si、Mn等的氧化物。这样,酸洗工序采用附属于连续退火工序的设备进行时可获得高效率,但也可以采用另行设置的酸洗线进行。

此外,在本发明中,对于冷却到马氏体相变点或其以下的钢板,为了提高镀层粘附性,优选实施每一面钢板为0.01-2.0g/m²、优选0.1-1.0g/m²的、Ni、Fe、Co、Sn、Cu中的1种或1种以上的预镀。预镀的方法可采用电镀、浸镀、喷镀的任何方法。镀层粘附量,当小于0.01g/m²时,得不到由预镀带来的提高粘附性的效果,当超过2.0g/m²时,耗费成本,因此每一面钢板为0.01-2.0g/m²。

如上述那样处理过的钢板接着实施热浸镀锌，但优选在进入该热浸镀锌工序之前进行事前处理。所谓该事前处理，是用磨削刷等将钢板表面清洁化的处理。另外，该磨削刷优选带有磨粒的刷，清洁处理液优选温水、苛性钠溶液或将这两者并用。

另外，为了也能够应对紧急、且大量的订货/生产，优选已有的连续退火工序和热浸镀锌工序为不同生产线，但并不作特定。在为不同生产线的情况下，也能够为了矫正在连续退火炉内的钢板形状的走形而实施调质轧制等的形状矫正，为了去除钢板的污物等而转送至电解洗涤线上。此外，因为在连续退火-热浸镀锌之间也可以采集材质样品，因此在事前对材质作预测也成为可能。

这样处理过的钢板接着在热浸镀锌工序中实施镀锌。在该热浸镀锌工序中，加热至钢板表面发生活化的温度或其以上，即 250-600℃ 的温度范围。此外，考虑镀锌浴和钢板的温度差，优选 460-530℃ 的温度范围。对加热方法特别限定，但优选辐射发热管加热、感应加热。为了也能够应对紧急、且大量的订货/生产，可利用已有的连续热浸镀锌线的加热炉。另外，钢板在上述的连续退火工序中已经实施了再结晶退火，因此与从冷轧工序向热浸镀锌工序直接输送的情况比，能够以高速通过，因此具有产率也提高的优点，在应对紧急、且大量的订货/生产的场合为优选。

另外，在上述热浸镀锌工序中实施了镀锌的镀锌钢板，为了通过进一步对镀层实施合金化处理，得到镀层组织致密、硬而强韧的镀层，也可以在 470-600℃ 的温度范围进行加热处理，制成合金化热浸镀锌钢板。特别是在本发明中，通过进行合金化处理，能够将镀层内的 Fe 浓度控制在例如 7-15 质量%。

此外，在本发明中，为了提高耐蚀性、加工性，也可对在上述的工序中制造的热浸镀锌钢板、或合金化热浸镀锌钢板的表层实施铬酸盐处理、无机皮膜处理、化学转化处理、树脂皮膜处理的任 1 种或 1 种以上的后处理。

实施例 1

用真空熔炼炉熔化具有表 1 所示的成分组成的钢并铸造，将由此得到的

钢板坯再加热至 1200℃后，在热轧中在 880℃的温度进行精轧，制成热轧钢板之后，冷却，在 600℃的卷取温度下卷取，然后实施了在该温度保持 1 小时的卷取热处理。通过磨削所得到的热轧钢板以去除氧化皮，以 70%的压下率实施冷轧，其后使用连续退火模拟器进行了加热至 770℃的温度后、在该温度保持 74 秒的连续退火。接着，以 10℃/s 冷却到 450℃，采用以下叙述的 2 种制造方法，即以往的方法和本发明的方法制造了镀锌钢板。

(1) 以往的方法

在上述的冷却到 450℃之后，不进行酸洗处理及预镀任何处理就在 500℃的温度下实施热浸镀锌、进而实施合金化热浸镀锌处理，冷却到常温后，进行 1%的调质轧制，制成制品。表 2（制法 i）示出了该制品的机械性质、金属组织、扩孔性、镀层粘附性等各种特性。

(2) 本发明的方法

在上述的冷却到 450℃之后，进行在 400℃的温度下保持 180 秒的过时效处理，其后冷却到马氏体相变点或其以下，接着用 5%盐酸进行酸洗处理，进行每一面钢板为 0.5g/m²的预镀 Ni 之后，加热至 500℃的温度后实施热浸镀锌、进而实施合金化热浸镀锌处理，冷却到常温后，进行 1%的调质轧制，制成制品。表 3（制法 ii）示出了该制品的机械性质、金属组织、扩孔性、镀层粘附性等各种特性。

在表 2、表 3 中示出的拉伸强度（TS）、扩孔率、金属组织、残余奥氏体、回火马氏体、镀层粘附性、镀层外观的试验·分析方法如下所述。

·拉伸强度：通过 JIS 5 号拉伸试验片的 L 方向拉伸来评价。将 TS 为 540MPa 或其以上、且 TS×E1（%）之积为 18,000MPa 或其以上的结果规定为合格。

·扩孔率：采用日本钢铁联盟标准 JFS T1001-1996 扩孔试验方法。对 Φ 10mm 的冲孔（冲模内径 10.3mm、余隙 12.5%），在冲孔的毛刺成为外侧的方向以 20mm/min 推压顶角 60°的圆锥冲头来扩孔成形。

扩孔率： $\lambda（\%）=\{D-D_0\} \times 100$

D：龟裂贯穿板厚时的孔径（mm）

D_0 : 初始孔径 (mm)

将扩孔率为 50%或其以上的结果规定为合格。

· 金属组织: 用光学显微镜观察, 并通过 X 射线衍射来测定残余奥氏体率。铁素体经硝酸酒精溶液腐蚀后而进行观察, 马氏体经 LePera 腐蚀液腐蚀后而进行观察。

· 回火马氏体率: 回火马氏体的定量化, 经 LePera 腐蚀液腐蚀后, 将试样抛光 (进行氧化铝精抛), 在腐蚀液 (纯水、焦亚硫酸钠、乙醇、苦味酸的混合液) 中浸渍 10 秒钟之后, 再度实施抛光, 水洗后, 用冷风干燥试样。干燥后试样的组织在 1000 倍下利用 LUZEX 装置对 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 的范围进行面积测定, 确定回火马氏体的面积%。在表 2、表 3 中, 将该回火马氏体面积率表记为回火马氏体面积%。

· 残余奥氏体率: 在化学抛光至距供试板材的表层 1/4 厚的面上, 利用 $\text{MoK}\alpha$ 射线得到铁素体的 (200)、(210) 晶面积分强度和奥氏体的 (200)、(220)、及 (311) 晶面积分强度, 由上述积分强度对残余奥氏体进行定量。将残余奥氏体率为 5%或其以上的结果规定为良好。在表 2、表 3 中, 将该残余奥氏体体积率表记为残余 γ 体积%。

· 镀层粘附性: 在 60 V 型弯曲试验中由弯曲部的镀层剥离状况来评价。

○: 镀层剥离小 (剥离宽度小于 3mm)

○: 实用上没有影响的程度的轻微的剥离 (剥离宽度为 3mm 或其以上、小于 7mm)

△: 可看到相当量的剥离 (剥离宽度为 7mm 或其以上、小于 10mm)

×: 剥离严重 (剥离宽度为 10mm 或其以上)

镀层粘附性将 ○、○规定为合格。

· 镀层外观: 目视观察

○: 未镀上和镀层不匀的情况均没有, 外观均匀

○: 未镀上的情况没有, 实用上没有影响的程度的外观不匀

△：外观不匀显著

×：发生未镀上的情况，且外观不匀显著。

镀层外观将○、○规定为合格。

表 1

钢种	选择元素													B	V	Ti	Nb	Cr	Ni	Cu	N	Mo	Al	S	P	Mn	Si	C	区分
	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	N	Cu	Ni	Cr	Nb	Ti	V	B	Ti	Nb	Cr	Ni	Cu	N	Mo	Al	S	P	Mn	Si	C	区分
A	0.080	0.016	1.47	0.022	0.010	1.117	0.155	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0220	0.0300	0.0002	0.0001	0.0300	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.002	0.155	1.117	0.010	0.022	1.47	0.016	0.080	本發明範圍
B	0.088	0.191	1.42	0.003	0.010	1.329	0.099	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0048	0.0002	0.0001	0.0048	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.002	0.099	1.329	0.010	0.003	1.42	0.191	0.088	本發明範圍
C	0.098	0.069	2.80	0.007	0.010	0.552	0.140	0.003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0280	0.0210	0.0002	0.0005	0.0210	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.003	0.140	0.552	0.010	0.007	2.80	0.069	0.098	本發明範圍
D	0.109	0.052	1.29	0.030	0.002	0.540	0.235	0.004	0.2400	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.004	0.235	0.540	0.002	0.030	1.29	0.052	0.109	本發明範圍
E	0.133	0.026	2.56	0.002	0.010	0.852	0.050	0.003	0.0001	0.0002	0.4800	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.4800	0.0002	0.0001	0.003	0.050	0.852	0.010	0.002	2.56	0.026	0.133	本發明範圍
F	0.135	0.187	0.80	0.004	0.013	0.854	0.168	0.004	0.0002	0.0001	0.0002	0.0440	0.0002	0.0002	0.0006	0.0002	0.0440	0.0002	0.0001	0.0002	0.004	0.168	0.854	0.013	0.004	0.80	0.187	0.135	本發明範圍
G	0.136	0.072	1.91	0.001	0.012	1.504	0.111	0.002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0410	0.0002	0.0001	0.0410	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.002	0.111	1.504	0.012	0.001	1.91	0.072	0.136	本發明範圍
H	0.195	0.029	2.44	0.026	0.023	1.017	0.300	0.005	0.0001	0.0002	0.0001	0.0340	0.0001	0.0220	0.0001	0.0340	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.005	0.300	1.017	0.023	0.026	2.44	0.029	0.195	本發明範圍
I	0.184	0.128	1.38	0.027	0.019	0.840	0.102	0.002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0250	0.0230	0.0001	0.0250	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.002	0.102	0.840	0.019	0.027	1.38	0.128	0.184	本發明範圍
J	0.190	0.100	2.32	0.017	0.009	0.302	0.061	0.002	0.0002	0.1920	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.1920	0.0002	0.002	0.061	0.302	0.009	0.017	2.32	0.100	0.190	本發明範圍
K	0.229	0.067	1.54	0.006	0.001	0.300	0.198	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0420	0.0330	0.0002	0.0005	0.0330	0.0420	0.0001	0.0002	0.0001	0.002	0.198	0.300	0.001	0.006	1.54	0.067	0.229	本發明範圍
L	0.245	0.051	0.98	0.007	0.014	1.656	0.064	0.003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0640	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0640	0.0001	0.0002	0.0002	0.003	0.064	1.656	0.014	0.007	0.98	0.051	0.245	本發明範圍
M	0.261	0.140	1.58	0.002	0.002	0.388	0.066	0.010	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0780	0.0002	0.0001	0.0780	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.010	0.066	0.388	0.002	0.002	1.58	0.140	0.261	本發明範圍
N	0.288	0.169	1.59	0.004	0.011	0.912	0.123	0.002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0230	0.0250	0.0270	0.0005	0.0250	0.0230	0.0001	0.0002	0.0002	0.002	0.123	0.912	0.011	0.004	1.59	0.169	0.288	本發明範圍
O	0.291	0.013	1.76	0.017	0.023	1.024	0.125	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0670	0.0670	0.0001	0.0670	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.003	0.125	1.024	0.023	0.017	1.76	0.013	0.291	本發明範圍
P	0.300	0.158	1.98	0.022	0.015	0.850	0.098	0.002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0270	0.0002	0.0220	0.0005	0.0002	0.0270	0.0002	0.0001	0.0002	0.002	0.098	0.850	0.015	0.022	1.98	0.158	0.300	本發明範圍
Q	0.078	0.110	1.80	0.020	0.010	0.508	0.080	0.003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.003	0.080	0.508	0.010	0.020	1.80	0.110	0.078	比較例
R	0.324	0.100	2.00	0.020	0.020	0.070	0.124	0.001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0330	0.0290	0.0002	0.0005	0.0290	0.0330	0.0001	0.0002	0.0002	0.001	0.124	0.070	0.020	0.020	2.00	0.100	0.324	比較例
S	0.138	0.320	1.60	0.020	0.010	0.896	0.140	0.004	0.0001	0.0002	0.0001	0.3300	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.3300	0.0001	0.0002	0.0001	0.004	0.140	0.896	0.010	0.020	1.60	0.320	0.138	比較例
T	0.129	0.120	0.40	0.030	0.020	0.767	0.060	0.004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3900	0.0002	0.0001	0.3900	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.004	0.060	0.767	0.020	0.030	0.40	0.120	0.129	比較例
U	0.141	0.180	3.20	0.015	0.022	0.702	0.134	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.003	0.134	0.702	0.022	0.015	3.20	0.180	0.141	比較例
V	0.134	0.040	1.70	0.030	0.020	0.185	0.080	0.004	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0410	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.004	0.080	0.185	0.020	0.030	1.70	0.040	0.134	比較例
W	0.174	0.180	2.22	0.030	0.020	1.903	0.100	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.002	0.100	1.903	0.020	0.030	2.22	0.180	0.174	比較例
X	0.124	0.110	1.70	0.030	0.020	0.534	0.025	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0230	0.0280	0.0002	0.0005	0.0280	0.0230	0.0002	0.0001	0.0002	0.003	0.025	0.534	0.020	0.030	1.70	0.110	0.124	比較例
Y	0.155	0.140	2.02	0.030	0.020	0.612	0.320	0.004	0.0002	0.0002	0.0001	0.0260	0.0002	0.0240	0.0005	0.0002	0.0260	0.0001	0.0002	0.0002	0.004	0.320	0.612	0.020	0.030	2.02	0.140	0.155	比較例

表 2/ 制法 i

实验 编号	钢种	TS(MPa)	EL(%)	TS×EL	残余γ 体积(%)	回火马氏 体面积 (%)	扩孔率 (%)	镀层 粘附性	镀层 外观	区分
1	A	562	34	19040	8.7	≤0.1	52	◎	◎	比较例
2	B	590	33	19437	7.9	≤0.1	50	△	○	比较例
3	C	603	33	19833	9.5	≤0.1	50	◎	◎	比较例
4	D	666	30	19950	5.1	≤0.1	48	◎	◎	比较例
5	E	607	34	20570	9.2	≤0.1	52	◎	◎	比较例
6	F	633	34	21488	11.5	≤0.1	51	△	○	比较例
7	G	621	35	21700	12.4	≤0.1	52	◎	◎	比较例
8	H	632	30	18900	5.1	≤0.1	50	△	○	比较例
9	I	646	34	21930	12.4	≤0.1	50	○	◎	比较例
10	J	625	34	21182	9.8	≤0.1	50	△	○	比较例
11	K	702	28	19628	9.9	≤0.1	47	◎	◎	比较例
12	L	686	29	19865	9.4	≤0.1	47	◎	◎	比较例
13	M	714	27	19224	5.2	≤0.1	47	○	◎	比较例
14	N	796	26	20670	12.5	≤0.1	45	○	◎	比较例
15	O	634	33	20856	13.2	≤0.1	50	◎	◎	比较例
16	P	816	26	21190	12.4	≤0.1	45	○	◎	比较例
17	Q	525	26	13598	2.3	≤0.1	45	○	◎	比较例
18	R	796	19	15105	8.5	≤0.1	30	△	○	比较例
19	S	619	20	12380	6.4	≤0.1	48	×	×	比较例
20	T	515	26	13364	2.2	≤0.1	45	○	◎	比较例
21	U	770	19	14592	5.4	≤0.1	21	△	×	比较例
22	V	502	31	15531	2.3	≤0.1	51	◎	◎	比较例
23	W	614	28	17192	8.9	≤0.1	53	×	△	比较例
24	X	531	35	18550	1.5	≤0.1	56	△	○	比较例
25	Y	691	25	17225	2.1	≤0.1	41	△	△	比较例

表 3/ 制法 ii)

实验 编号	钢种	TS(MPa)	EL(%)	TS×EL	残余 γ 体积(%)	回火马氏 体面积 (%)	扩孔率 (%)	镀层 粘附性	镀层 外观	区分
1	A	545	37	20388	9.7	4.7	64	◎	◎	本发明
2	B	566	36	20186	8.5	4.3	60	○	◎	本发明
3	C	579	35	20249	10.4	7.5	61	◎	◎	本发明
4	D	646	33	21319	5.7	4.5	60	◎	◎	本发明
5	E	583	37	21397	9.9	6.2	63	◎	◎	本发明
6	F	608	36	21901	12.5	4.0	62	○	◎	本发明
7	G	602	39	23191	13.9	7.6	64	◎	◎	本发明
8	H	607	32	19658	5.5	9.1	60	○	◎	本发明
9	I	620	36	22351	13.5	6.4	60	◎	◎	本发明
10	J	606	37	22674	11.0	7.0	62	○	◎	本发明
11	K	674	30	20379	10.7	5.4	58	◎	◎	本发明
12	L	659	31	20244	10.2	3.5	58	◎	◎	本发明
13	M	693	30	20570	5.8	5.3	58	◎	◎	本发明
14	N	764	28	21458	13.5	5.6	56	◎	◎	本发明
15	O	609	35	21290	14.4	6.3	60	◎	◎	本发明
16	P	792	29	22637	13.9	6.6	56	◎	◎	本发明
17	Q	504	28	14152	2.5	4.2	55	◎	◎	比较例
18	R	764	20	15390	9.3	10.5	38	○	◎	比较例
19	S	600	22	13209	7.2	5.0	60	○	○	比较例
20	T	494	28	13883	2.4	0.9	55	◎	◎	比较例
21	U	739	20	14887	5.9	10.3	27	○	○	比较例
22	V	487	34	16605	2.6	4.6	62	◎	◎	比较例
23	W	589	30	17825	9.6	6.8	65	○	○	比较例
24	X	510	37	18912	1.6	3.2	68	○	○	比较例
25	Y	670	27	17762	2.4	10.2	51	○	○	比较例

实施例 2

用真空熔炼炉熔化表 1 中记载的本发明成分范围的 A、I、P 钢并铸造，将由此得到的钢板坯再加热至 1200℃ 后，在热轧中在 880℃ 的温度进行精轧，制成热轧钢板之后，冷却，在 600℃ 的卷取温度下卷取，然后实施了在该温度保持 1 小时的卷取热处理。通过磨削所得到的热轧钢板来去除氧化皮，以 70% 的压下率实施冷轧，其后使用连续退火模拟器进行了加热至 770℃ 的温度后、在该温度保持 74 秒的连续退火，以 10℃/s 冷却到 450℃，其后进行在 400℃ 的温度下保持 180 秒的过时效处理，接着对冷却到马氏体相变点或其以下的钢板进行了以下 5 种实验。

实验 1 (本发明例) 用 5% 盐酸进行酸洗，然后实施 0.5g/m² 的预镀 Ni。

实验 2 (本发明例) 不进行酸洗就实施 0.5g/m² 的预镀 Ni。

实验 3 (比较例) 用 5% 盐酸进行酸洗，然后实施 0.005g/m² 的预镀 Ni。

实验 4（比较例）用 5%盐酸进行酸洗，但不实施预镀 Ni。

实验 5（本发明例）不进行酸洗，也不实施预镀 Ni。

其后，作为相当于连续热浸镀锌生产线的进入侧的清洁表面的处理，进行刷磨削之后，加热至 500℃ 的温度后实施热浸镀锌、进而实施合金化热浸镀锌处理，冷却到常温后，进行 1% 的调质轧制，制成制品。表 4 示出了该制品的镀层粘附性、镀层外观的各种特性。

表 4/酸洗、预镀条件差

实验编号	钢种	镀层粘附性	镀层外观	区分
①	A	◎	◎	本发明
②	A	◎	○	本发明
③	A	<u>△</u>	<u>△</u>	比较例
④	A	<u>△</u>	<u>×</u>	比较例
⑤	A	◎	○	本发明
①	I	◎	◎	本发明
②	I	◎	○	本发明
③	I	<u>△</u>	<u>×</u>	比较例
④	I	<u>×</u>	<u>×</u>	比较例
⑤	I	○	○	本发明
①	P	◎	◎	本发明
②	P	◎	○	本发明
③	P	<u>△</u>	<u>×</u>	比较例
④	P	<u>×</u>	<u>×</u>	比较例
⑤	P	○	○	本发明

在实施例 1 中，表 3 的本发明相对于表 2 的相同实验编号的比较例，由于回火马氏体增加，因而扩孔性提高。而且，通过酸洗、预镀，镀层粘附性、镀层外观提高。表 3 的比较例，虽然通过酸洗、预镀使得镀层粘附性、镀层外观提高，但是毕竟成分在本发明的范围之外，因此 TS、TS×EI、扩孔率的任一项均未达到合格值。

在实施例 2 的酸洗、预镀条件差下，根据实验 1、实验 2、实验 5，通过预镀，镀层粘附性、镀层外观大大提高，而且在预镀前有酸洗为好。根据实验 3，若预镀的量少则没有效果，根据实验 4，只酸洗时反倒恶化。在只酸洗的情况下镀层粘附性、镀层外观反倒恶化的原因认为是：因为在表

面过于活化的原样状态下在连续热浸镀锌的加热工序中被加热，因此再度
在钢板表面发生钢板的 Si、Mn 等的氧化物，使镀覆性恶化。

实施例 3

用真空熔炼炉熔化具有表 5 所示的成分组成的钢并铸造，将由此得到的
钢板坯再加热至 1200℃后，在热轧中在 880℃的温度进行精轧，制成热轧
钢板之后，冷却，在 600℃的卷取温度下卷取，然后再现了在该温度保持 1
小时的卷取热处理。通过磨削所得到的热轧钢板来去除氧化皮，以 70%的
压下率实施冷轧，其后使用连续退火模拟器进行了加热至 770℃的温度后、
在该温度保持 74 秒的连续退火。接着以 10℃/s 冷却到 450℃，采用以下叙
述的 2 种制造方法，即以往法和本发明方法制造了镀锌钢板。

(1) 以往的方法

在上述的直到 450℃为止的冷却之后，不进行酸洗处理及预镀就在 500℃
的温度下实施热浸镀锌、进而实施合金化热浸镀锌处理，冷却到常温后，
进行 1%的调质轧制，制成制品。表 6（制法 i）示出了该制品的机械性质、
金属组织、扩孔性、镀层粘附性等各种特性。

(2) 本发明的方法

在上述的冷却到 450℃之后，进行在 400℃的温度下保持 180 秒的过
时效处理，其后冷却到马氏体相变点或其以下，接着用 5%盐酸进行酸洗处
理，进行了每一面钢板为 0.5g/m² 的预镀 Ni 之后，加热至 500℃的温度而
实施热浸镀锌、进而实施合金化热浸镀锌处理，冷却到常温后，进行 1%
的调质轧制，制成制品。表 7（制法 ii）示出了该制品的机械性质、金属组
织、扩孔性、镀层粘附性等各种特性。

在表 6、表 7 中示出的拉伸强度（TS）、扩孔率、金属组织、残余奥氏
体、回火马氏体、镀层粘附性、镀层外观的试验·分析方法如下所述。

·拉伸强度：通过 JIS 5 号拉伸试验片的 L 方向拉伸来评价。将 TS 为
540MPa 或其以上、且 TS×E1（%）之积为 18,000MPa 或其以上的结果
规定为合格。

·扩孔率：采用日本钢铁联盟标准 JFS T1001-1996 扩孔试验方法。对

Φ 10mm 的冲孔(冲模内径 10.3mm、余隙 12.5%),在冲孔的毛刺成为外侧的方向以 20mm/min 推压顶角 60° 的圆锥冲头来扩孔成形。

扩孔率: $\lambda (\%) = \{D - D_0\} \times 100$

D: 龟裂贯穿板厚时的孔径 (mm)

D₀: 初始孔径 (mm)

将扩孔率为 50%或其以上的结果规定为合格。

· 金属组织: 用光学显微镜观察,并通过 X 射线衍射来测定残余奥氏体率。铁素体经硝酸酒精溶液腐蚀后而进行观察,马氏体经 LePera 腐蚀液腐蚀后而进行观察。

· 回火马氏体率: 回火马氏体的定量化,经 LePera 腐蚀液腐蚀后,将试样抛光(进行氧化铝精抛),在腐蚀液(纯水、焦亚硫酸钠、乙醇、苦味酸的混合液)中浸渍 10 秒钟之后,再度实施抛光,水洗后,用冷风干燥试样。干燥后试样的组织在 1000 倍下利用 LUZEX 装置对 100 μm × 100 μm 的范围进行面积测定,确定回火马氏体的面积%。在表 2、表 3 中,将该回火马氏体面积率表记为回火马氏体面积%。

· 残余奥氏体率: 在化学抛光至距供试板材的表层 1/4 厚的面上,利用 MoK α 射线得到铁素体的 (200)、(210) 晶面积分强度和奥氏体的 (200)、(220)、及 (311) 晶面积分强度,由上述积分强度对残余奥氏体进行定量。将残余奥氏体率为 5%或其以上的结果规定为良好。在表 2、表 3 中,将该残余奥氏体体积率表记为残余 γ 体积%。

· 镀层粘附性: 在 60° V 型弯曲试验中由弯曲部的镀层剥离状况来评价。

○: 镀层剥离小(剥离宽度小于 3mm)

○: 实用上没有影响的程度的轻微的剥离(剥离宽度为 3mm 或其以上、小于 7mm)

△: 可看到相当量的剥离(剥离宽度为 7mm 或其以上、小于 10mm)

×: 剥离严重(剥离宽度为 10mm 或其以上)

镀层粘附性将○、○规定为合格。

· 镀层外观：目视观察

○：未镀上和镀层不匀的情况均没有，外观均匀

○：未镀上的情况没有，实用上没有影响的程度的外观不匀

△：外观不匀显著

×：发生未镀上的情况，且外观不匀显著。

镀层外观将○、○规定为合格。

表 5

选择元素																											
钢种	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	N	Cu	Ni	Cr	Nb	Ti	V	B	区分											
A	0.120	0.46	1.39	0.029	0.020	0.64	0.07	0.003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0220	0.0250	0.0002	0.0001	本发明范围											
B	0.183	0.42	1.37	0.002	0.010	1.72	0.09	0.003	0.0003	0.0000	0.0002	0.0280	0.0002	0.0002	0.0005	本发明范围											
C	0.187	0.56	3.45	0.023	0.003	1.44	0.11	0.002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0002	0.0310	0.0002	0.0001	本发明范围											
D	0.198	0.25	2.57	0.011	0.012	0.99	0.32	0.003	0.0360	0.0210	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	本发明范围											
E	0.209	0.26	1.60	0.016	0.012	1.66	0.30	0.001	0.0002	0.0001	0.0003	0.0260	0.0380	0.0002	0.0005	本发明范围											
F	0.221	0.32	1.72	0.020	0.024	1.26	0.25	0.002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0002	0.0002	0.0300	0.0001	本发明范围											
G	0.223	0.20	3.50	0.018	0.030	0.58	0.07	0.002	0.0002	0.0250	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	本发明范围											
H	0.225	0.53	2.34	0.021	0.013	1.42	0.13	0.003	0.0003	0.0002	0.0004	0.0270	0.0002	0.0330	0.0001	本发明范围											
I	0.253	0.80	1.46	0.017	0.012	1.60	0.11	0.010	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0250	0.0210	0.0001	本发明范围											
J	0.253	0.30	2.80	0.022	0.004	0.81	0.05	0.000	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0005	本发明范围											
K	0.296	0.49	3.15	0.019	0.019	0.77	0.19	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	本发明范围											
L	0.299	0.29	1.20	0.025	0.000	1.30	0.28	0.000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0220	0.0240	0.0110	0.0001	本发明范围											
M	0.309	0.45	1.32	0.022	0.026	0.90	0.35	0.003	0.0001	0.0003	0.0320	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	本发明范围											
N	0.324	0.23	2.87	0.014	0.004	1.39	0.10	0.000	0.0003	0.0000	0.0002	0.0002	0.0240	0.0002	0.0001	本发明范围											
O	0.336	0.44	2.19	0.006	0.001	0.76	0.30	0.000	0.0004	0.0000	0.0002	0.0260	0.0002	0.0190	0.0005	本发明范围											
P	0.350	0.70	2.88	0.022	0.022	0.25	0.29	0.000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0270	0.0005	本发明范围											
Q	0.110	0.60	2.18	0.018	0.023	1.04	0.13	0.001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0410	0.0002	0.0001	比较例											
R	0.390	0.30	1.59	0.026	0.011	1.68	0.33	0.002	0.0000	0.0003	0.0002	0.0230	0.3800	0.0002	0.0005	比较例											
S	0.222	0.81	2.77	0.005	0.004	1.66	0.19	0.003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3500	0.0001	比较例											
T	0.317	0.38	0.71	0.025	0.005	0.64	0.19	0.001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0220	0.0260	0.0001	比较例											
U	0.293	0.23	3.70	0.016	0.011	0.86	0.12	0.002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3600	0.0220	0.0002	0.0005	比较例											
V	0.186	0.27	1.73	0.002	0.025	0.23	0.10	0.003	0.0001	0.0001	0.0003	0.0280	0.0002	0.0250	0.0001	比较例											
W	0.261	0.26	1.32	0.006	0.018	1.83	0.20	0.001	0.0001	0.0000	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0036	比较例											
X	0.244	0.24	3.07	0.014	0.006	1.18	0.04	0.001	0.0002	0.0003	0.0000	0.0220	0.0290	0.0002	0.0001	比较例											
Y	0.155	0.54	2.06	0.024	0.007	0.74	0.37	0.003	0.0001	0.0000	0.0004	0.0002	0.0002	0.0330	0.0005	比较例											

表 6/ 制法 i)

实验 编号	钢种	TS(MPa)	EL(%)	TSxEL	残余 γ 体积(%)	回火马氏 体面积 (%)	扩孔率 (%)	镀层 粘附性	镀层 外观	区分
1	A	601	35	21035	9.5	≤ 0.1	55	\triangle	\triangle	比较例
2	B	666	33	21978	7.5	≤ 0.1	52	\triangle	\triangle	比较例
3	C	768	30	23040	11.4	≤ 0.1	48	\triangle	\times	比较例
4	D	770	26	20020	7.2	≤ 0.1	45	\bigcirc	\bigcirc	比较例
5	E	813	27	21951	7.3	≤ 0.1	45	\bigcirc	\bigcirc	比较例
6	F	807	25	20175	7.9	≤ 0.1	43	\bigcirc	\bigcirc	比较例
7	G	795	26	20670	8.1	≤ 0.1	45	\triangle	\triangle	比较例
8	H	827	28	23156	13.5	≤ 0.1	46	\bigcirc	\triangle	比较例
9	I	845	27	22815	12.7	≤ 0.1	46	\times	\times	比较例
10	J	874	22	19228	7.1	≤ 0.1	41	\bigcirc	\bigcirc	比较例
11	K	856	26	22256	10.0	≤ 0.1	45	\triangle	\triangle	比较例
12	L	954	21	20034	7.2	≤ 0.1	41	\bigcirc	\bigcirc	比较例
13	M	938	21	19698	7.1	≤ 0.1	41	\triangle	\triangle	比较例
14	N	924	23	21252	10.2	≤ 0.1	41	\triangle	\triangle	比较例
15	O	965	20	19300	8.2	≤ 0.1	41	\bigcirc	\bigcirc	比较例
16	P	944	23	21712	11.5	≤ 0.1	42	\triangle	\times	比较例
17	Q	585	30	17550	3.2	≤ 0.1	48	\triangle	\times	比较例
18	R	984	18	17712	6.8	≤ 0.1	38	\triangle	\triangle	比较例
19	S	1025	17	17425	8.2	≤ 0.1	38	\times	\times	比较例
20	T	557	31	17267	2.1	≤ 0.1	47	\bigcirc	\triangle	比较例
21	U	875	20	17500	7.4	≤ 0.1	37	\triangle	\triangle	比较例
22	V	662	25	16550	1.2	≤ 0.1	44	\bigcirc	\bigcirc	比较例
23	W	826	21	17346	10.2	≤ 0.1	39	\triangle	\times	比较例
24	X	722	23	16606	1.2	≤ 0.1	40	\bigcirc	\bigcirc	比较例
25	Y	615	24	14760	0.2	≤ 0.1	39	\triangle	\triangle	比较例

表 7/ 制法 ii)

实验 编号	钢种	TS(MPa)	EL(%)	TSxEL	残余 γ 体积(%)	回火马氏 体面积 (%)	扩孔率 (%)	镀层 粘附性	镀层 外观	区分
1	A	586	38	22150	10.5	4.3	67	◎	◎	本发明
2	B	629	35	22015	8.1	4.5	63	◎	○	本发明
3	C	741	32	23345	12.2	8.8	60	○	○	本发明
4	D	751	28	21081	7.9	8.4	56	◎	◎	本发明
5	E	768	29	21988	7.9	5.8	55	◎	◎	本发明
6	F	779	26	20442	8.5	6.0	53	◎	◎	本发明
7	G	775	28	21766	8.9	9.1	55	○	○	本发明
8	H	782	30	23195	14.6	7.3	56	◎	◎	本发明
9	I	815	28	23117	13.6	5.0	57	○	○	本发明
10	J	852	24	20247	7.8	8.5	50	◎	◎	本发明
11	K	809	28	22294	10.8	9.7	55	○	○	本发明
12	L	921	22	20299	7.7	5.9	50	◎	◎	本发明
13	M	915	23	20742	7.8	6.4	51	◎	◎	本发明
14	N	873	24	21288	11.0	9.4	51	○	○	本发明
15	O	931	21	19556	8.8	8.2	50	◎	◎	本发明
16	P	920	25	22863	12.7	9.6	52	○	○	本发明
17	Q	553	32	<u>17580</u>	<u>3.5</u>	6.6	58	◎	◎	比较例
18	R	950	19	<u>17947</u>	7.3	<u>10.8</u>	<u>47</u>	○	○	比较例
19	S	999	18	18349	9.0	8.7	<u>48</u>	○	○	比较例
20	T	<u>526</u>	33	<u>17296</u>	<u>2.3</u>	4.0	58	◎	◎	比较例
21	U	844	21	<u>17732</u>	7.9	<u>11.0</u>	<u>46</u>	○	○	比较例
22	V	645	27	<u>17427</u>	<u>1.3</u>	5.5	54	◎	◎	比较例
23	W	781	22	<u>17375</u>	11.0	4.9	<u>48</u>	○	○	比较例
24	X	697	24	<u>16826</u>	<u>1.3</u>	<u>10.2</u>	<u>50</u>	○	○	比较例
25	Y	600	26	<u>15542</u>	<u>0.2</u>	7.0	<u>49</u>	○	○	比较例

实施例 4

用真空熔炼炉熔化表 5 中记载的本发明成分范围的 E、H、P 钢并铸造，将由此得到的钢板坯再加热至 1200℃ 后，在热轧中在 880℃ 的温度进行精轧，制成热轧钢板之后，冷却，在 600℃ 的卷取温度下卷取，然后实施了在该温度保持 1 小时的卷取热处理。通过磨削所得到的热轧钢板来去除氧化皮，以 70% 的压下率实施冷轧，其后使用连续退火模拟器进行了加热至 770℃ 的温度后、在该温度保持 74 秒的连续退火，以 10℃/s 冷却到 450℃，其后进行在 400℃ 的温度下保持 180 秒的过时效处理，接着对冷却到马氏

体相变点或其以下的钢板进行了以下 5 种实验。

实验 1 (本发明例) 用 5% 盐酸进行酸洗, 然后实施 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 的预镀 Ni。

实验 2 (本发明例) 不进行酸洗就实施 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 的预镀 Ni。

实验 3 (比较例) 用 5% 盐酸进行酸洗, 然后实施 $0.005\text{g}/\text{m}^2$ 的预镀 Ni。

实验 4 (比较例) 用 5% 盐酸进行酸洗, 但不实施预镀 Ni。

实验 5 (本发明例) 不进行酸洗, 也不实施预镀 Ni。

其后, 在连续热浸镀锌线的进入侧进行相当于清洁表面的刷磨削之后, 加热至 500°C 的温度而实施热浸镀锌、进而实施合金化热浸镀锌处理, 冷却到常温后, 进行 1% 的调质轧制, 制成制品。表 8 示出了该制品的镀层粘附性、镀层外观的各种特性。

表 8/酸洗、预镀条件差

实验编号	钢种	镀层粘附性	镀层外观	区分
①	E	◎	◎	本发明
②	E	◎	○	本发明
③	E	△	×	比较例
④	E	×	×	比较例
⑤	E	○	○	本发明
①	H	◎	◎	本发明
②	H	◎	○	本发明
③	H	×	×	比较例
④	H	×	×	比较例
⑤	H	○	○	本发明
①	P	○	○	本发明
②	P	○	○	本发明
③	P	×	×	比较例
④	P	×	×	比较例
⑤	P	○	○	本发明

在实施例 3 中, 表 7 的本发明相对于表 6 的相同实验编号的比较例, 由于回火马氏体增加, 因而扩孔性提高。而且, 通过酸洗、预镀, 镀层粘附性、镀层外观提高。表 7 的比较例, 虽然通过酸洗、预镀使得镀层粘附性、镀层外观提高, 但是毕竟成分在本发明的范围之外, 因此 TS、TS × EI、

扩孔率的任一项均未达到合格值。

在实施例 4 的酸洗、预镀条件差下，根据实验 1、实验 2、实验 5，通过预镀，镀层粘附性、镀层外观大大提高，而且在预镀前有酸洗为好。根据实验 3，若预镀的量少则没有效果，根据实验 4，只酸洗时反倒恶化。在只酸洗的情况下镀层粘附性、镀层外观反倒恶化的原因认为是：因为在表面过于活化的原样状态下在连续热浸镀锌的加热工序中被加热，因此再度在钢板表面发生钢板的 Si、Mn 等的氧化物，使镀覆性恶化。

工业实用性

根据本发明，可提供用于汽车部件和家电部件等的镀层粘附性和扩孔性均优异的热浸镀锌高强度钢板，而且即使在品种转换、各种制造厂的生产量等带来的生产变化、紧急且短交货期的大量订货/生产的情况下也能够灵活地应对。